

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ НЕТИПОВОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ «РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ВЫЯВЛЕНИЯ, ПОДДЕРЖКИ И РАЗВИТИЯ СПОСОБНОСТЕЙ И ТАЛАНТОВ У
ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ «ОРИОН»
(ГАНОУ ВО «Региональный центр «Орион»)

РЕКОМЕНДОВАНА
Экспертным советом
ГАНОУ ВО «Региональный центр
«Орион»»
Протокол № 2
от «22» мая 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор
ГАНОУ ВО «Региональный центр»
«Орион»



Н.Н. Голева

«Математические основы искусственного интеллекта»

дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа

Направленность: естественнонаучная
Возраст участников программы: 12 – 18 лет
Срок реализации программы: 72 ч.
Уровень освоения: стартовый

Авторы-составители:
Тужикова Наталия Юрьевна
педагог дополнительного образования

г. Воронеж
2024 г.

Оглавление

| | |
|---|--|
| 1 Пояснительная записка | 3 |
| 1.1. Направленность дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы | 3 |
| 1.2 Актуальность, новизна, педагогическая целесообразность программы .. | 5 |
| 1.3 Отличительные особенности программы | 6 |
| 1.4 Отбор обучающихся | 6 |
| 1.5 Цель и задачи программы | 8 |
| 1.6 Планируемые результаты освоения программы | 9 |
| 1.6.1 Компетенции | 11 |
| 1.7 Формы, порядок и периодичность аттестации и текущего контроля | 12 |
| 1.8 Возрастные особенности обучающихся | 13 |
| 1.9. Сроки реализации программы | 14 |
| 2 Содержание программы | 15 |
| 2.1 Учебный план дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Математические основы искусственного интеллекта»..... | 15 |
| 2.2 Календарно-учебный график дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Математические основы искусственного интеллекта»..... | 16 |
| 2.3 Содержание разделов программы «Математические основы искусственного интеллекта»..... | 16 |
| 3 Воспитательные компоненты | Ошибка! Закладка не определена. |
| 4 Организационно педагогические условия | Ошибка! Закладка не определена. |
| 5 Список используемой литературы | Ошибка! Закладка не определена. |

1 Пояснительная записка

1.1. Направленность дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

Программа «Математические основы искусственного интеллекта» имеет естественнонаучную направленность, по уровню освоения – стартовая.

Программа соответствует нормативно-правовым требованиям законодательства в сфере образования и разработана с учетом следующих документов:

- федерального уровня
 - федеральный закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ (с изменениями и дополнениями: ред. от 02.07.2021);
 - Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденная распоряжением правительства РФ от 31.03.2022 г. № 678-р;
 - национальный проект «Образование» утв. президиумом Совета при президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. №16) – «Успех каждого ребенка», «Цифровая образовательная среда», «Молодые профессионалы», «Социальная активность»;
 - федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся от 31 июля 2020 г., регистрационный N 304-ФЗ;
 - приоритетный проект «Доступное дополнительное образование для детей (утв. Президиумом Совета при президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам (от 30 ноября 2016 г. № 11)»;
 - распоряжение правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. № 996-р «Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;
 - указ президента РФ от 7 мая 2018 года «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года»;
 - указ Президента РФ от 7 мая 2021 г. № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки»;
 - приказ Министерства просвещения РФ от 02.02.2021г. №38 «О внесении изменений в Целевую модель развития региональных систем дополнительного образования детей, утвержденную приказом Министерства просвещения РФ от 03.09.2019г. №467»;

- приказ Министерства просвещения РФ от 27.07.2022 №629 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

- приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 №467 «Об утверждении целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей;

- письмо Департамента государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 г. №09-3242 «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»;

- приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;

- постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 №28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-202 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

- постановление главного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 г. № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

- регионального уровня:

- приказ департамента образования, науки и молодежной политики Воронежской области от 14.10.2015 г. №1194 «Об утверждении модельных дополнительных общеразвивающих программ»;

- распоряжение Правительства Воронежской области от 23 июня 2020 № 784-р «Об утверждении Концепции выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи Воронежской области на 2020-2025 годы»;

- распоряжение Правительства Воронежской области от 29 июля 2022 г. №819-р «Об утверждении целевых показателей и плана работы по реализации Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года в Воронежской области»;

- уровень образовательной организации:

- Устав ГАНОУ ВО «Региональный центр «Орион» (новая редакция), утвержденный департаментом образования, науки и молодежной политики Воронежской области от 08.04.2021 г. №418).

- Изменения в Устав ГАНОУ ВО «Региональный центр «Орион», утвержденные приказами министерства образования Воронежской области от 17.01.23 № 32, от 30.11.23 № 1582, от 13.03.24 № 283.

- Положение об организации образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным общеразвивающим программам ГАНОУ ВО «Региональный центр «Орион» (приказ директора № 305 от 08.09.2022 г).

1.2 Актуальность, новизна, педагогическая целесообразность программы

Дополнительное образование становится неотъемлемой частью учебно-воспитательной работы по математике со школьниками. Оно способствует углублению знаний обучающихся, развитию их дарований, логического мышления, расширяет кругозор и имеет большое воспитательное значение.

Поэтому **актуальность** программы «Математические основы искусственного интеллекта» состоит в том, что данная программа достаточно универсальна, имеет большую практическую значимость. В рамках образовательного процесса участники получают дополнительные знания к уже сформированным в школе, научатся ставить и решать различные задачи — математические, технические, экономические, жизненные.

Предлагаемая программа направлена на обучающихся 6-11 классов общеобразовательных организаций Воронежской области, которые стремятся проявить и развить свои природные способности к точным дисциплинам, что и отражает ее **новизну**. Курс содержит интересные материалы и предполагает работу с различными источниками информации, что способствует сильному расширению кругозора.

Педагогическая целесообразность программы «Математические основы искусственного интеллекта» состоит в том, чтобы сформировать у подрастающего поколения новые компетенции, повысить конкурентоспособность в научной, проектной и исследовательской деятельности и повысить личностный интерес к развитию собственной личности. На начальном этапе педагог ставит задачи перед обучающимися («Какой метод используется в данной задаче?», «Где это можно применить в жизни?»), («Как можно переформировать данную задачу?»). Заинтересованность обучающихся подкрепляется соревновательным элементом (игры, олимпиады, турниры).

Формирование и удовлетворение личностного интереса к результатам учения являются наиболее важными факторами для создания мотивации к

дальнейшему изучению предмета, а также созданию положительного образовательного опыта.

1.3 Отличительные особенности программы

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Математические основы искусственного интеллекта» реализуется с применением дистанционных образовательных технологий на образовательном портале ГАНОУ ВО «Региональный центр «Орион» <https://edu.orioncentr.ru/>.

Можно также выделить и следующие особенности:

1. выращивание обще учебных интеллектуальных умений, необходимых для решения различного спектра задач: умения эффективно преодолевать трудности, владения общими подходами к решению нестандартных задач, умения работать в команде и др.;
2. мотивация и вовлечение учащихся в самостоятельную математическую деятельность на основе системно-деятельностного подхода;
3. создание творческой, эмоционально окрашенной образовательной среды, где каждый ученик имеет возможность добиться успеха.

Дополнительная общеразвивающая программа «Математические основы искусственного интеллекта» предназначена для учащихся, которые начинают активно интересоваться направлением и хотят повысить свои знания в математике и в программировании. Программа может способствовать созданию более сознательных мотивов обучения. Она содержит обзорную базовую информацию, аналогичную содержанию элективных курсов, поэтому позволит подготовить обучающихся к профильному обучению на следующем этапе обучения.

Также в программе заложен принцип «учись учиться». Обучающиеся смогут системно наращивать важные интеллектуальные и обще учебные умения, повышая при этом качество освоения способов решения задач.

1.4 Отбор обучающихся

Отбор обучающихся на дополнительную общеобразовательную общеразвивающую программу «Математические основы искусственного интеллекта» основан на следующих принципах:

- **Соответствие возрасту:** программа предназначена для обучающихся 7 -11 классов;

• **Соответствие уровня общей и метапредметной эрудиции:** обучающиеся должны знать:

– значение математической науки для решения задач, возникающих в теории и практике; широту и в то же время ограниченность применения математических методов к анализу и исследованию процессов и явлений в природе и обществе;

– значение практики и вопросов, возникающих в самой математике для формирования и развития математической науки; историю развития понятия числа, создания математического анализа, возникновения и развития геометрии;

– универсальный характер законов логики математических рассуждений, их применимость во всех областях человеческой деятельности;

– вероятностный характер различных процессов окружающего мира;

• **Соответствие функциональным компетенциям:** обучающиеся должны уметь/понимать:

– выполнять арифметические действия, сочетая устные и письменные приемы, применение вычислительных устройств;

– пользоваться оценкой и прикидкой при практических расчетах

– проводить по известным формулам и правилам преобразования буквенных выражений.

– вычислять значения числовых и буквенных выражений, осуществляя необходимые подстановки и преобразования;

– строить графики;

– решать уравнения, простейшие системы уравнений;

– составлять уравнения и неравенства по условию задачи;

– вычислять в простейших случаях площади;

– решать простейшие комбинаторные задачи методом перебора;

– умение анализировать информацию статистического характера;

– основные геометрические фигуры и их свойства;

– сбор, представление и интерпретация данных.

– чтение и построение простых диаграмм (столбчатые, линейные, круговые).

• **Соответствие мотивации к учению:** обучающиеся должны продемонстрировать стремление к получению новых знаний и умений, а именно: рассказать о своих интересах и увлечениях и посещаемых дополнительных занятиях, любимых дисциплинах, принимать участие в образовательных лагерях и сменах, регулярно посещать ознакомительные,

организационные и диагностические занятия, стремится к участию в играх/турнирах.

1.5 Цель и задачи программы

Цель программы – формирование информационных и коммуникационных компетенций в области математики, для дальнейшего использования этих знаний в области математики и информатики/программирования.

Для осуществления этой цели ставятся следующие **задачи**:

обучающие:

- расширить познавательный интерес к изучаемым разделам программы;
- научиться понимать математические требования;
- сформировать навык описание прикладных задач на математическом языке;
- научиться работать с формулами и функциями;
- актуализировать изучение теоретических и практических основ решения задач в математики;
- создать условия для усвоения принципов и подходов к решению задач на основе применения нестандартных подходов;
- сформировать систему знаний, умений и навыков в области применения вычислительных методов при решении прикладных задач в различных предметных областях;
- сформировать математическими знаниями и умениями, необходимыми для изучения школьных естественно - научных дисциплин;
- овладение устным и письменным математическим языком.

развивающие:

- развитие логического мышления;
- алгоритмической культуры;
- совершенствование творческих способностей и способов работы с учебной информацией;

воспитательные:

- воспитывать активность, самостоятельность, ответственность, культуру общения;
- воспитывать эстетическую, графическую культуру, культуру речи;
- формировать мировоззрение учащихся, логическую и эвристическую составляющие мышления, алгоритмического мышления;

- развивать пространственное воображение;
- формировать умения строить математические модели реальных явлений, анализировать построенные модели, исследовать явления по заданным моделям, применять математические методы к анализу процессов и прогнозированию их протекания;
- воспитывать трудолюбие;
- формировать систему нравственных межличностных отношений;
- формировать доброе отношение друг к другу.

1.6 Планируемые результаты освоения программы

К концу обучения и воспитания по дополнительной общеразвивающей программе «Математические основы искусственного интеллекта» учащиеся приобретут комплекс взаимосвязанных знаний, представлений, умений, определённый опыт, который поможет им при дальнейшем изучении математики.

личностные результаты:

- умение ясно, точно, грамотно излагать свои мысли в устной и письменной речи, понимать смысл поставленной задачи, выстраивать аргументацию, приводить примеры и контрпримеры;
- критичность мышления, умение распознавать логически некорректные высказывания, отличать гипотезу от факта;
- представление о математической науке как сфере человеческой деятельности, об этапах ее развития, о ее значимости для развития цивилизации;
- креативность мышления, инициатива, находчивость, активность при решении математических задач;
- умение контролировать процесс и результат учебной математической деятельности;
- способность к эмоциональному восприятию математических объектов, задач, решений, рассуждений.

метапредметные результаты:

- первоначальные представления об идеях и о методах математики как об универсальном языке науки и техники, о средстве моделирования явлений и процессов;
- умение видеть математическую задачу в контексте проблемной ситуации в других дисциплинах, в окружающей жизни;
- умение находить в различных источниках информацию, необходимую для решения математических проблем, и представлять ее в

понятной форме; принимать решение в условиях неполной и избыточной, точной и вероятностной информации;

– умение понимать и использовать математические средства наглядности (графики, диаграммы, таблицы, схемы и др.) для иллюстрации, интерпретации, аргументации;

– умение выдвигать гипотезы при решении учебных задач и понимать необходимость их проверки;

– умение применять индуктивные и дедуктивные способы рассуждений, видеть различные стратегии решения задач;

– понимание сущности алгоритмических предписаний и умение действовать в соответствии с предложенным алгоритмом;

– умение самостоятельно ставить цели, выбирать и создавать алгоритмы для решения учебных математических проблем;

– умение планировать и осуществлять деятельность, направленную на решение задач исследовательского характера; конструктивно разрешать конфликты посредством учёта интересов сторон и сотрудничества.

предметные результаты:

– овладение базовым понятийным аппаратом по основным разделам содержания; представление об основных изучаемых понятиях (число, геометрическая фигура, уравнение, функция, вероятность) как важнейших математических моделях, позволяющих описывать и изучать реальные процессы и явления;

– умение работать с математическим текстом (анализировать, извлекать необходимую информацию), точно и грамотно выражать свои мысли в устной и письменной речи с применением математической терминологии и символики, использовать различные языки математики, проводить классификации, логические обоснования, доказательства математических утверждений;

– развитие представлений о числе и числовых системах от натуральных до действительных чисел; овладение навыками устных, письменных, инструментальных вычислений;

– овладение символьным языком алгебры, приемами выполнения тождественных преобразований рациональных выражений, решения уравнений, систем уравнений, неравенств и систем неравенств; умение использовать идею координат на плоскости для интерпретации уравнений, неравенств, систем; умение применять алгебраические преобразования,

аппарат уравнений и неравенств для решения задач из различных разделов курса;

– овладение системой функциональных понятий, функциональным языком и символикой; умение использовать функционально-графические представления для описания и анализа реальных зависимостей;

– овладение основными способами представления и анализа статистических данных; наличие представлений о статистических закономерностях в реальном мире и о различных способах их изучения, о вероятностных моделях;

– овладение геометрическим языком, умение использовать его для описания предметов окружающего мира; развитие пространственных представлений и изобразительных умений, приобретение навыков геометрических построений;

– усвоение систематических знаний о плоских фигурах и их свойствах, а также на наглядном уровне — о простейших пространственных телах, умение применять систематические знания о них для решения геометрических и практических задач; умение измерять длины отрезков, величины углов, использовать формулы для нахождения периметров, площадей и объемов геометрических фигур;

– умение применять изученные понятия, результаты, методы для решения задач практического характера и задач из смежных дисциплин с использованием при необходимости справочных материалов, калькулятора, компьютера.

1.6.1 Компетенции

В ходе реализации программы у обучающихся появится возможность сформировать следующие компетенции:

1. Учебно-познавательные компетенции

Способность самостоятельно находить пути решения проблемных ситуаций и задач, доказывать свою точку зрения.

2. Функциональные компетенции

Развитие проблемных зон в данном виде компетенций, выявленных в ходе входного контроля, в частности умений делать аргументированные выводы и предположения, выдвигать гипотезы, анализировать содержание текста, оценивать и сопоставлять численные параметры.

3. Информационные компетенции

Поиск и верификация образовательных материалов в сети Интернет, работа с ресурсами для поиска литературы, изучение математических программ.

4. Общекультурные компетенции

Освоение культуры доказательства задач, осознание важности математики в жизни любого человека. Понимание необходимости взаимодействия научного сообщества с людьми, обсуждение важных открытий в данной науке.

5. Коммуникативные компетенции

Умение взаимодействовать с другими учениками, выстраивать дружеские отношения в коллективе, поддерживать ребят, находить с ними общие темы, терпимо и корректно относиться к неудачам других, способность решать ситуационные конфликты, а также способность предлагать, просить и принимать помощь.

6. Ценностно-смысловые компетенции

Осознание ценности научной истины и познания сути явлений, выявления причинно-следственных связей, укрепление понимания ценности своей жизни и здоровья, а также жизни и здоровья других людей, осознание ценности полученных знаний и ценности значимых открытий в математике, влияющими на жизнь современных людей. Осознание смысла выбора будущей профессии и выстраивании своей образовательной траектории.

1.7 Формы, порядок и периодичность аттестации и текущего контроля

В ходе реализации программы проводится входной и итоговый контроль.

Входной контроль осуществляется на первом занятии и представляет собой главным образом проверку функциональных компетенций, которые соответствуют возрасту обучающихся, поскольку на момент начала обучения у обучающихся ещё не сформированы предметные знания и умения.

Цель входного контроля – выявить проблемные зоны в функциональных умениях обучающихся, оценить их возможности по работе с учебными материалами, определить время, необходимое на осмысление материала, подвижность нервной системы, степень индивидуализма в работе, уровень самооценки. Поэтому при проведении тестирования важно обратить внимание не только на правильность ответов, но и на то, как они были даны. Превысил ли обучающийся допустимое время или справился раньше? Обращался ли за подсказками к другим и помогал ли сам? Какие результаты ожидал и какие

получил? Как проявлял эмоции? И так далее. Эта информация необходима для адаптации излагаемого материала с учётом особенностей обучающихся, чтобы развить недостающие функциональные компетенции, а также для успешного формирования взаимодействующих групп.

Итоговый контроль: данный вид контроля предусматривается программой курса после окончания обучения с целью проверки успешности освоения пройденного материала. **Форма** проведения итогового контроля согласно программе курса – задания форме теста. Данный задания представлены в разных форматах: задания с множественным выбором и задания с открытым вариантом ответа.

Результаты работы сдаются педагогу на проверку.

Критерии оценки уровня теоретической подготовки: осмысленность и свобода использования математических терминов, умение выявлять причинно-следственные связи, верно анализировать условие задачи.

Критерии оценки уровня практической подготовки: умение правильно и логически верно построить путь решения и доказательства какой-либо задачи.

Критерии оценки уровня развития личностных качеств: культура поведения, умение планировать и распределять время в ходе решения математических задач, соблюдение дисциплины, активное участие в групповой работе, помощь и поддержка другим обучающимся, а также умение принимать и просить помощь у других участников образовательного процесса, эмоциональное удовлетворение от совместной работы с единомышленниками, творческое отношение к выполнению практического задания.

Такой контроль подготавливает участников образовательного процесса к реальным олимпиадам и турнирам. Также на усмотрение преподавателя промежуточный контроль может происходить в виде игры (математические бои, математический футбол, математические крестики-нолики, гонка вооружений, математический аукцион и т.д.). В таком случае преподаватель может наблюдать динамику решения задач, взаимодействие в команде (группе). уважение к правилам и игры, а также честность каждого из участников игры. После проведения такого мероприятия обязательным является обсуждение произошедшего события, рефлексия.

Этапы контроля согласуются с перечнем изучаемых тем.

1.8 Возрастные особенности обучающихся

В реализации программы участвуют смешанные возрастные группы обучающихся, что следует учитывать при реализации программы. Выделяется

одна возрастная группа: 13-18 лет. В этой группе происходят изменения от наглядно-образного мышления и начальных форм словесно-логического к гипотетико-рассуждающему мышлению, в основе которого лежит высокая степень обобщённости и абстрактности. Необходимым условием формирования такого типа мышления является способность сделать объектом своей мысли саму мысль. И именно математика дает все условия для этого.

Эти потребности могут быть удовлетворены за счёт выполнения групповых задач, а также за счёт решения реальных проблем.

1.9. Сроки реализации программы

Объем программы: 72 часа.

Срок реализации образовательной программы: 1 год.

2 Содержание программы

2.1 Учебный план дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Математические основы искусственного интеллекта»

Таблица 1 – Учебный план

| № | Название модуля | Аудиторные занятия | | |
|--------------|--|----------------------|-----------|-----------|
| | | Кол-во часов (всего) | Из них: | |
| | | | Теория | Практика |
| 1 | Входной контроль | 2 | - | 2 |
| 2 | Одномерный математический анализ | 14 | 6 | 8 |
| 3 | Многомерный математический анализ | 14 | 6 | 8 |
| 4 | Линейная алгебра | 18 | 8 | 10 |
| 5 | Теория вероятностей. Дискретная теория вероятностей | 14 | 6 | 8 |
| 6 | Непрерывная теория вероятностей | 8 | 4 | 4 |
| 7 | Итоговый контроль. | 2 | - | 2 |
| Итого | | 72 | 30 | 42 |

2.2 Календарно-учебный график дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Математические основы искусственного интеллекта»

Таблица 3 – Календарно-учебный график

| Год обучения | Дата начала обучения | Дата окончания обучения | Всего учебных недель | Количество учебных часов | Режим занятий |
|--------------|----------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|
| 1 | 15.09 | 31.05 | 36 | 72 | 1 раз в неделю 2 часа |

2.3 Содержание разделов программы «Математические основы искусственного интеллекта»

| № п/п | Темы | Количество часов | | | Форма контроля |
|--|--|------------------|----------|-----------|------------------------|
| | | Всего | Теория | Практика | |
| Раздел 1. Одномерный математический анализ | | | | | |
| 1 | Вводное занятие. Зачем в машинном обучении нужен математический анализ | 2 | 0 | 2 | Обсуждение |
| 2 | Множества и функции | 4 | 0 | 2 | Обсуждение |
| 3 | Пределы последовательностей | 2 | 0 | 4 | Индивидуальное задание |
| 4 | Пределы функций и непрерывные функции | 2 | 2 | 0 | Индивидуальное задание |
| 5 | Производные | 2 | 2 | 2 | Индивидуальное задание |
| 6 | Одномерный градиентный спуск | 2 | 2 | 0 | Обсуждение |
| Итого по разделу программы | | 14 | 6 | 10 | - |
| Раздел 2. Многомерный математический анализ | | | | | |
| 8 | Расстояния и векторы | 4 | 2 | 2 | Индивидуальное задание |

| | | | | | |
|--|--|-----------|----------|-----------|------------------------|
| 9 | Дифференциал и частные производные | 4 | 2 | 2 | Индивидуальное задание |
| 10 | Производная по направлению и градиент | 2 | 2 | 0 | Обсуждение |
| 11 | Градиентный спуск | 2 | 2 | 0 | Обсуждение |
| 12 | Модификации градиентного спуска | 2 | 0 | 2 | Обсуждение |
| Итого по разделу программы | | 14 | 8 | 6 | - |
| Раздел 3. Линейная алгебра | | | | | |
| 14 | Векторные пространства и линейные отображения | 4 | 2 | 2 | Обсуждение |
| 15 | Матрицы | 4 | 2 | 2 | Индивидуальное задание |
| 16 | Нейронные сети | 4 | 2 | 2 | Обсуждение |
| 17 | Подпространства, базис, размерность | 2 | 2 | 2 | Обсуждение |
| 18 | Ранг матрицы и метод Гаусса | 4 | 0 | 2 | Индивидуальное задание |
| Итого по разделу программы | | 18 | 8 | 10 | - |
| Раздел 5. Теория вероятностей. Дискретная теория вероятностей | | | | | |
| 26 | Вероятностное пространство, события, исходы | 4 | 2 | 2 | Обсуждение |
| 27 | Равновероятные исходы | 2 | 2 | 0 | Обсуждение |
| 28 | Условная вероятность, независимые события, теорема Байеса | 2 | 2 | 0 | Индивидуальное задание |
| 29 | Перестановки и биномиальные коэффициенты | 2 | 0 | 2 | Индивидуальное задание |
| 30 | Дискретная случайная величина, распределение, математическое ожидание, дисперсия | 2 | 0 | 2 | Индивидуальное задание |

| | | | | | |
|--|--|-----------|-----------|-----------|------------------------|
| 31 | Ряды и счётное пространство исходов | 2 | 0 | 2 | Обсуждение |
| Итого по разделу программы | | 14 | 6 | 8 | - |
| Раздел 6. Непрерывная теория вероятностей | | | | | |
| 34 | Непрерывная случайная величина, распределение, плотность распределения, математическое ожидание, дисперсия | 2 | 2 | 0 | Индивидуальное задание |
| 35 | Закон больших чисел | 2 | 0 | 2 | Обсуждение |
| 37 | Основы статистики: статистические тесты | 2 | 2 | 0 | Индивидуальное задание |
| 38 | Итоговый контроль | 2 | - | 2 | Тест |
| Итого по разделу программы | | 8 | 4 | 4 | |
| Всего | | 72 | 30 | 42 | |